

# Charakterisierung Anthropogener Emissionen durch Immissions- und Emissionsuntersuchungen

Bernhard Mittermaier

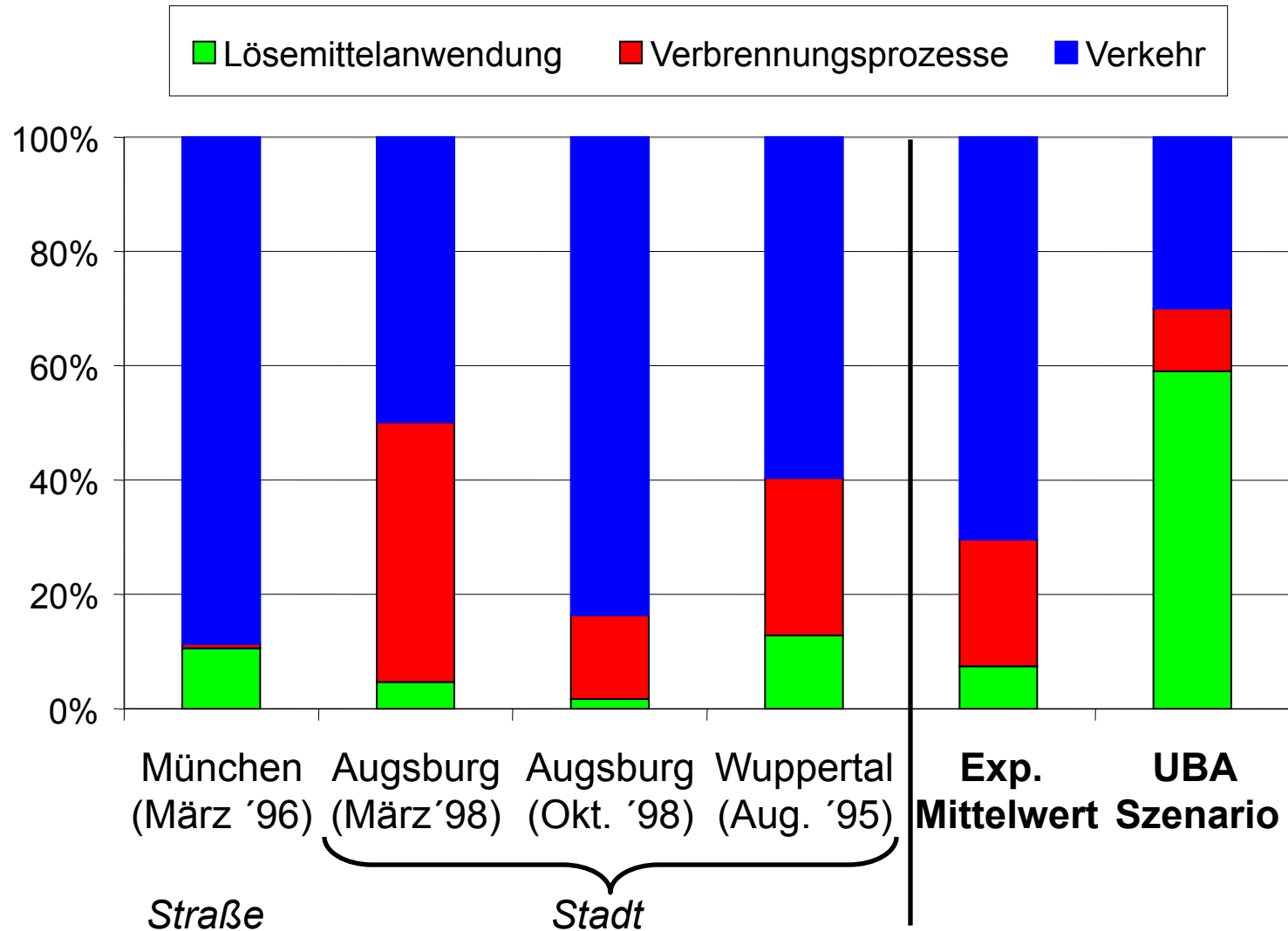
29.05.2002



# Bedeutung von Emissions- und Immissionsmessungen

- Emissionsdaten stellen Hauptunsicherheit in luftchemischen Modellen dar.
- Emissionsmessungen: Kenntnis der Anteile der verschiedenen Quellen nötig.
- Immissionsmessungen: (Zunächst) nur Konzentrations*verhältnisse* bestimmbar.
- Zuordnung zu Quellen durch CMB-Analyse.

## Vergleich CMB-Analysen mit Emissionskataster (Schmitz, Mannschreck)



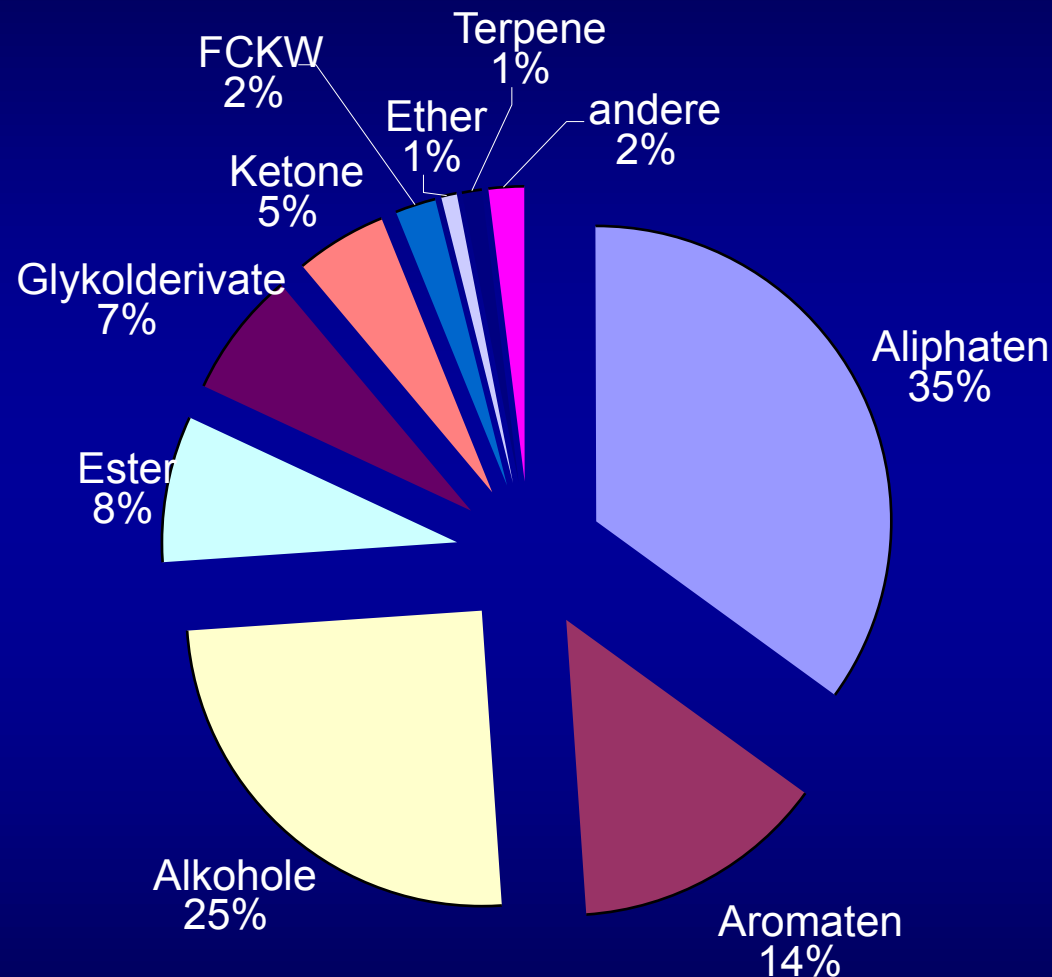
# Problemstellung

- Experimentelle Ergebnisse FZ Jülich in Widerspruch zu Emissionskataster UBA.
- Verlässlichkeit der CMB-Analysen zweifelhaft (?) wg. Nichtberücksichtigung einiger Substanzklassen.
- Vorhandene Quellprofile teilweise veraltet (Verkehr: Neue Motor- und Abgaskonzepte).

# Lösungsansatz 1: Immisionsmessungen

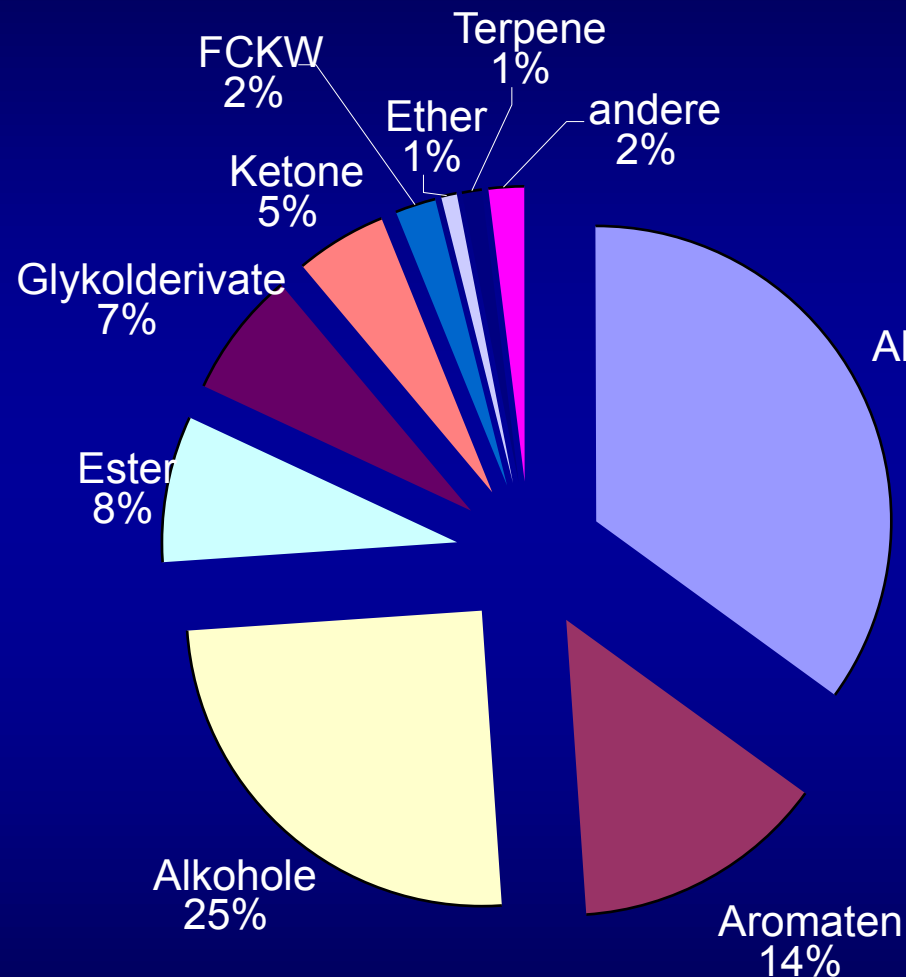
- Gewinnung neuer Immissionsdatensätze unter Einbeziehung zusätzlicher Substanzklassen
- Gewinnung von Emissionsprofilen aus Verkehr, Lösemittelanwendungen und Hausbrand
- Mustererkennung mittels CMB-Analyse
- Überprüfung der UBA-Emissionsdaten

# Disaggregation der NMVOC-Emissionen aus Lösemittelanwendungen (Deutschland 1998)



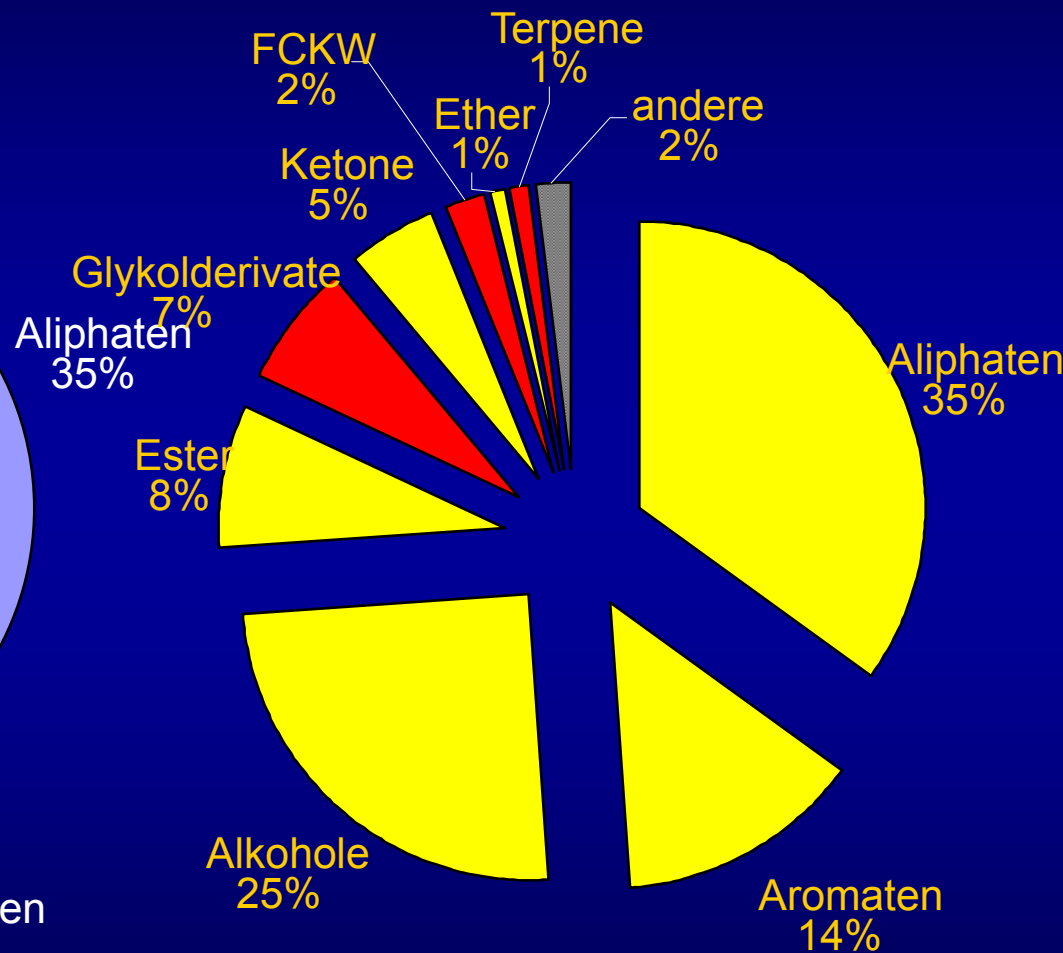
Theloke et al., 2001

# Disaggregation of NMVOC Emissions from Solvent Applications (Germany 1998)



Theloke et al., 2001

Bernhard Mittermaier



Forschungszentrum Jülich

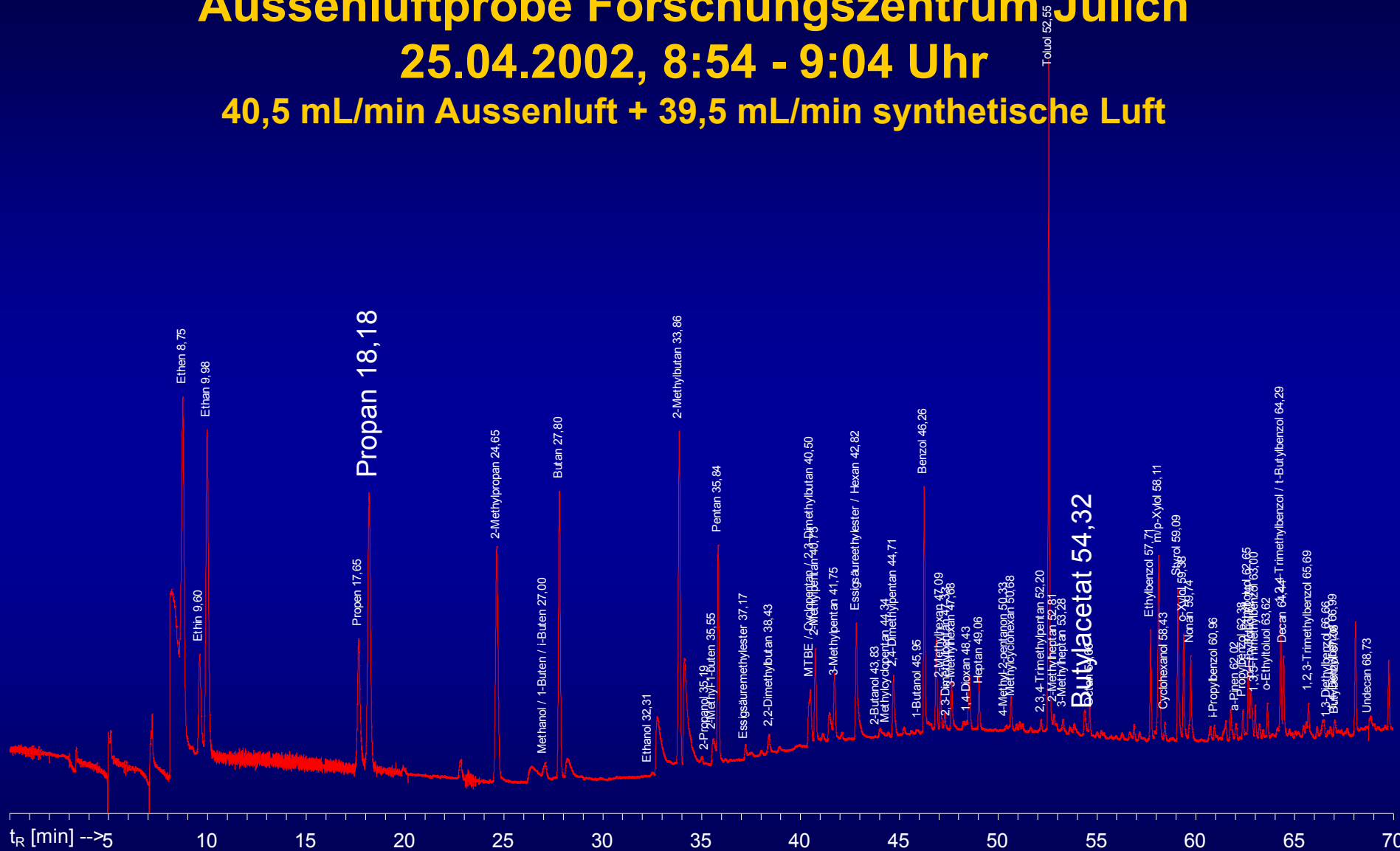


ICG - II

# Aussenluftprobe Forschungszentrum Jülich

25.04.2002, 8:54 - 9:04 Uhr

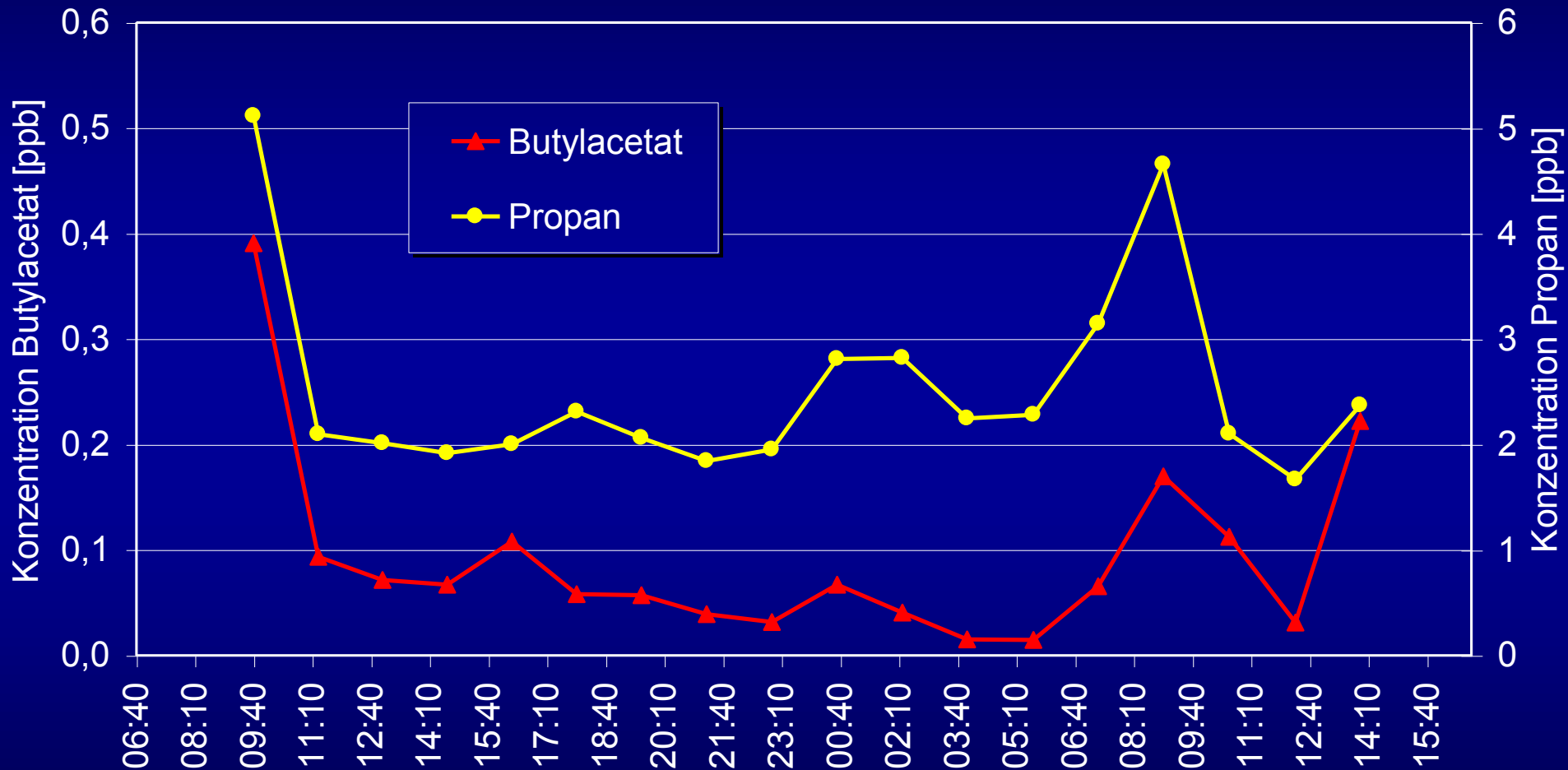
40,5 mL/min Aussenluft + 39,5 mL/min synthetische Luft





# Aussenluftmessungen Forschungszentrum Jülich

## 24./25.04.2002 GC HP6890





# Mobiles Messlabor

## Chemische Messungen

- Kohlenwasserstoffe ( $C_2$ - $C_{12}$ ; ca. 80 Substanzen)
- **Oxygenierte Substanzen** (Aldehyde, Ketone, Ether, Ester;  $\Sigma$  25 Verbindungen)
- Stickoxide ( $NO$ ,  $NO_x$ ,  $NO_y$ )
- Kohlenmonoxid ( $CO$ )
- Formaldehyd ( $HCHO$ )
- Ozon ( $O_3$ )

## Meteorologische Messungen

- Windgeschwindigkeit
- Windrichtung
- Temperatur
- Luftfeuchte
- Strahlung

# Lösungsansatz 2:

## Messung von Verkehrsemissionen

- On-Board-Messungen
- Erstellung eines realitätsnahen Prüfstandszykluses
- Prüfstandsmessungen
- Vergleich verschiedener Prüfstandszyklen
- Vergleich verschiedener Motorkonzepte  
(Ottomotor, DI-Ottomotoren, Dieselmotoren)
- Erstellung von Emissionsbasisfunktionen





**Ford Mondeo Turnier Modelljahr 2000**  
**Abgasnorm: D4**  
**Hubraum: 1796 cm<sup>3</sup>**

**Leistung: 85 kW (115 PS)**  
**Leergewicht: 1377 kg**  
**Gewicht der Analytik: 250 kg**

# Messgrößen Ford Mondeo

- Analyten

- ▶ Kohlenstoffoxide (CO, CO<sub>2</sub>)
- ▶ Stickoxide (NO; NO<sub>2</sub>; N<sub>2</sub>O)
- ▶ Sauerstoff (O<sub>2</sub>)
- ▶ Gesamt-Kohlenwasserstoffe (HC)
- ▶ Kohlenwasserstoffe (NMHC; C<sub>2</sub> - C<sub>10</sub>) - offline

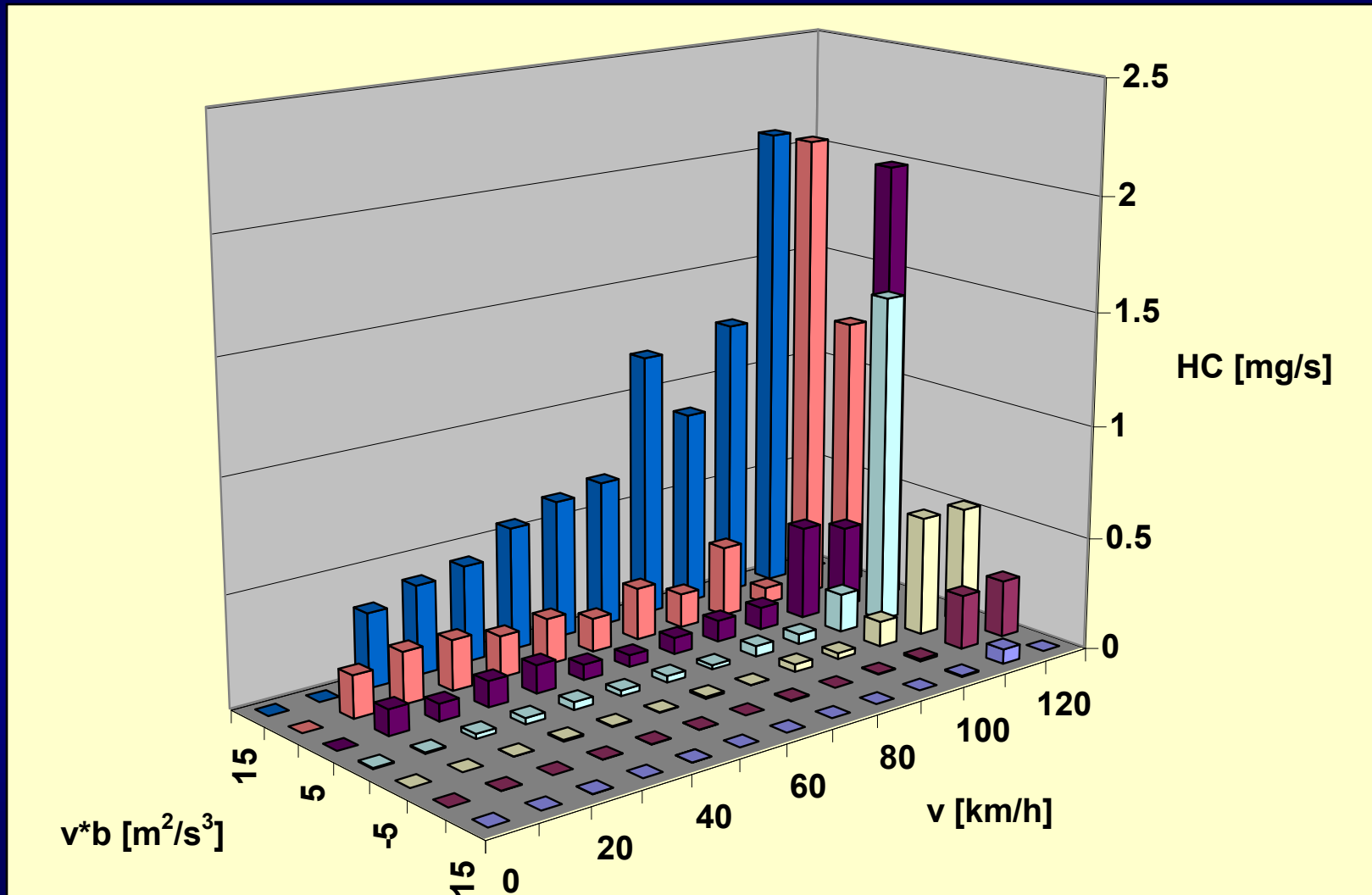
- Fahrparameter

- ▶ Weg, Geschwindigkeit, Beschleunigung
- ▶ Drehzahl
- ▶ Spritverbrauch

# Messungen im Strassenverkehr

- 4 verschiedene Fahrtrouten in München.
- I.d.R. je eine Fahrt morgens und abends.
- Insgesamt über 70.000 Sekundendaten, 120 Kohlenwasserstoffproben.
- Erstellung von Basisemissionsfunktionen der limitierten Abgaskomponenten.
- Erstellung eines Fahrzyklusses, der die Gesamtheit der Münchener Fahrsituationen abbildet („MOBINET-Zyklus“).

# Basisemissionsfunktion für Gesamt-HC 30.05.2001

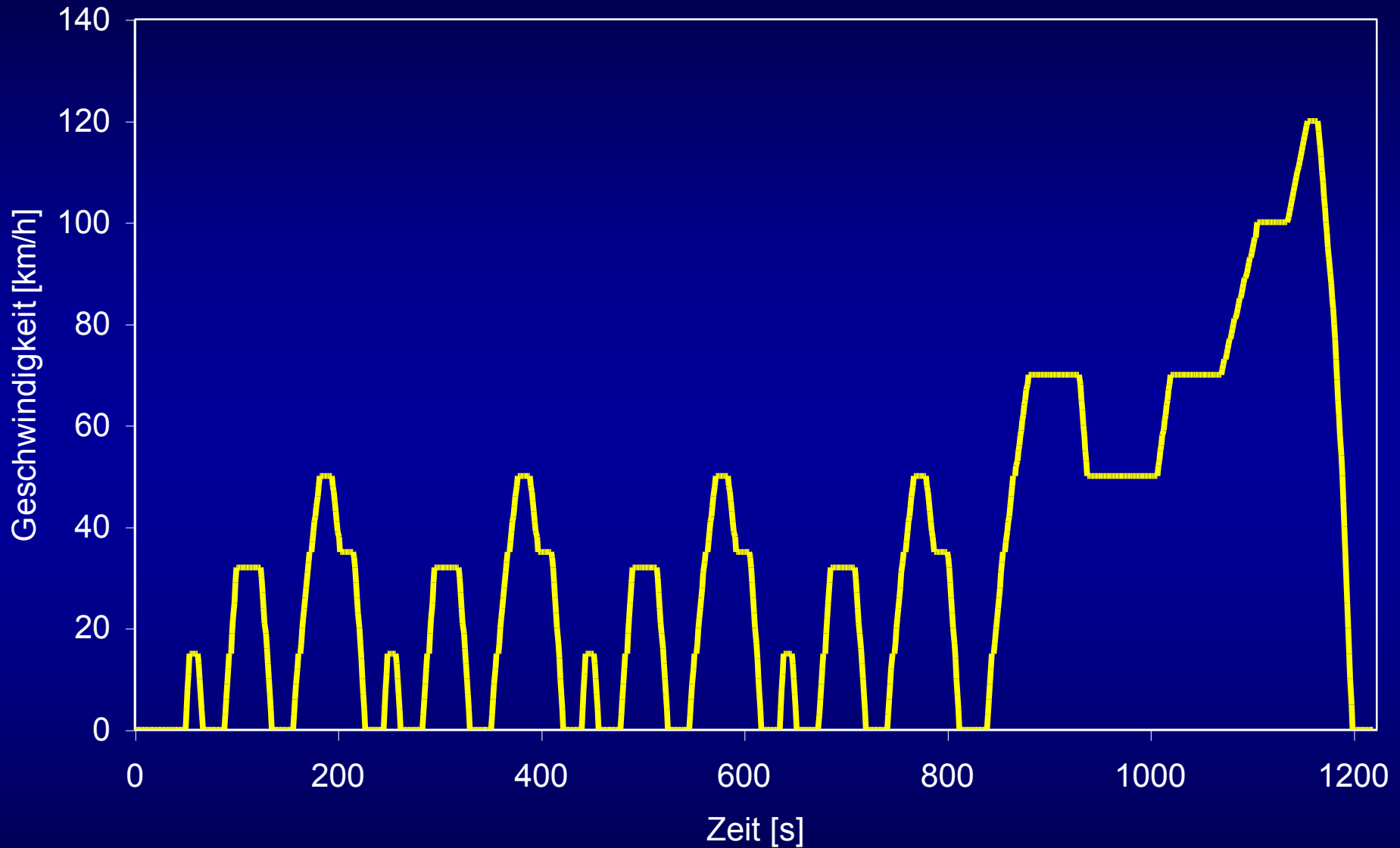


# Messungen am Prüfstand

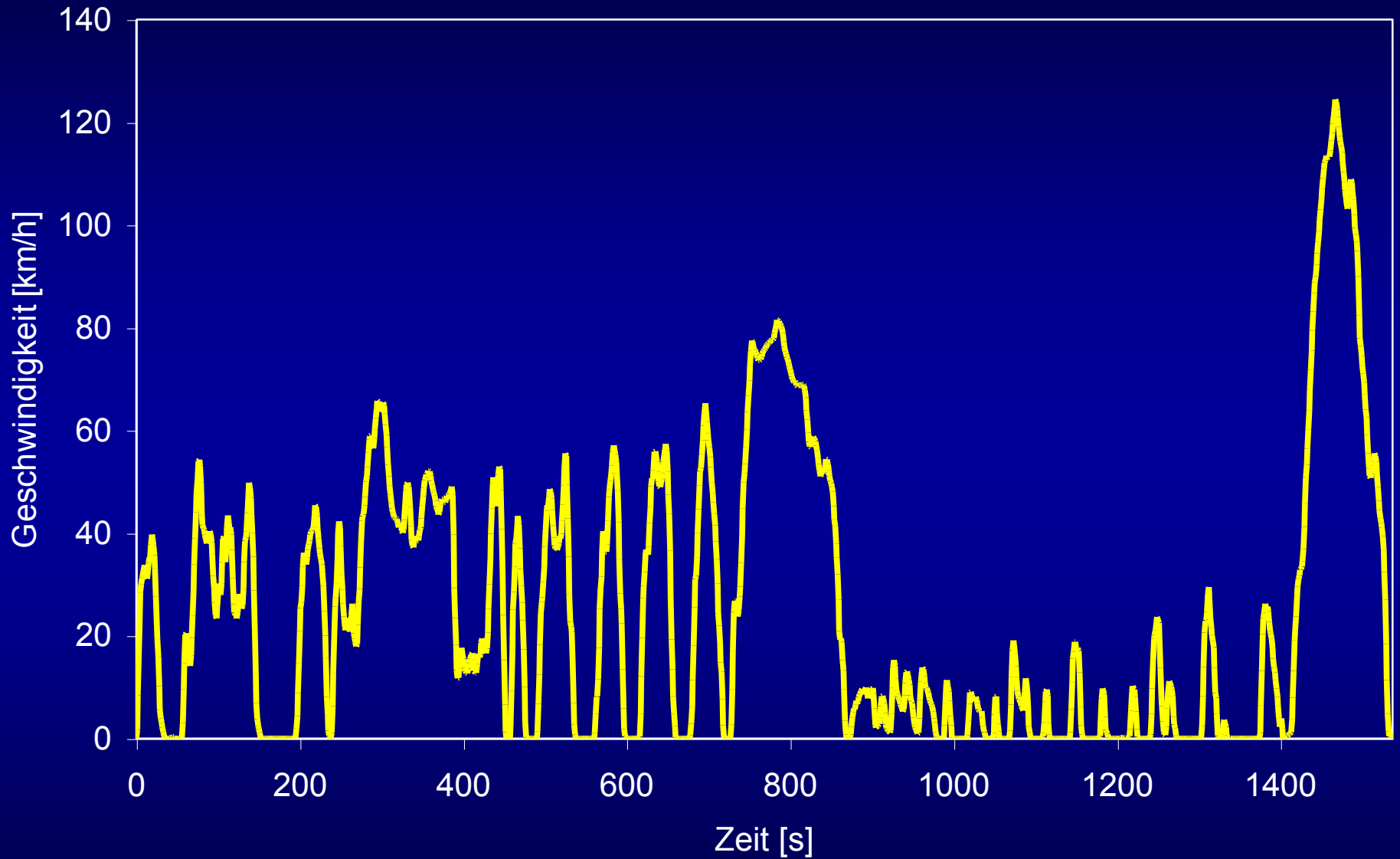
- 4 verschiedene Prüfstandszyklen (NEFZ, MOBINET, FTP-75, Autobahn).
- 9 Fahrzeuge (EURO-3 und EURO-4; darunter 3 Ottomotoren, 2 DI-Ottomotoren, 4 Dieselmotoren).
- Insgesamt über 80.000 Sekundendaten, 288 Kohlenwasserstoffproben.
- Vergleich MOBINET-Analytik des Ford Mondeo mit Analytik des RWTÜV Essen.



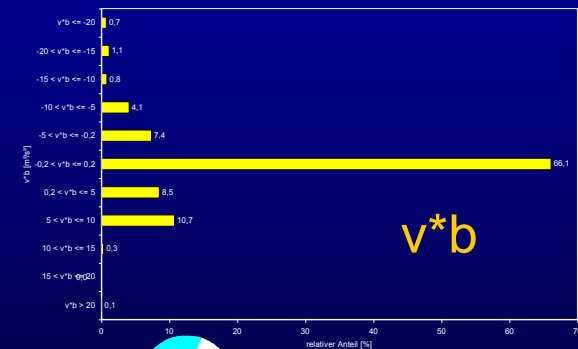
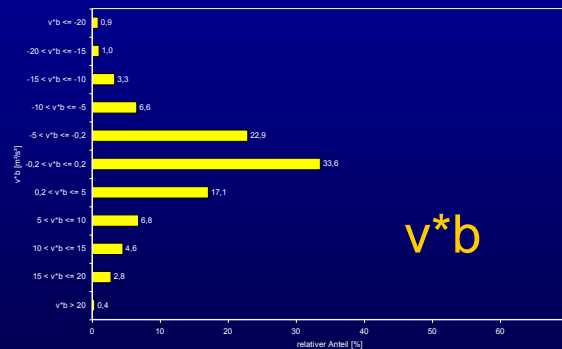
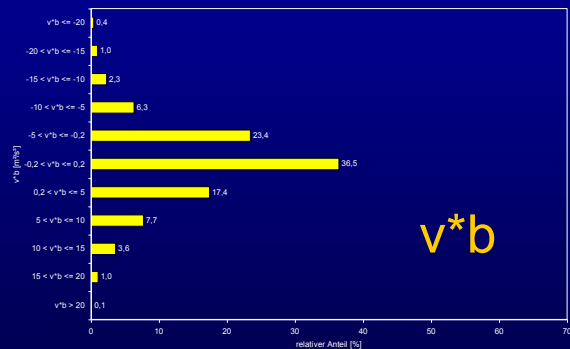
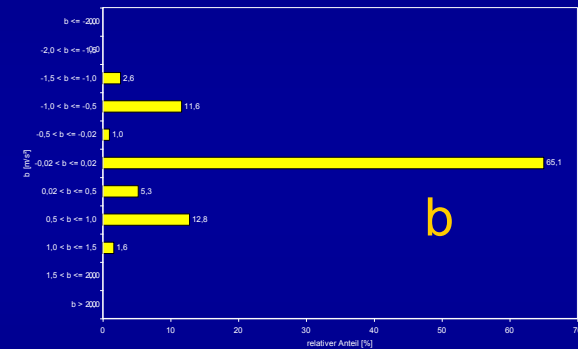
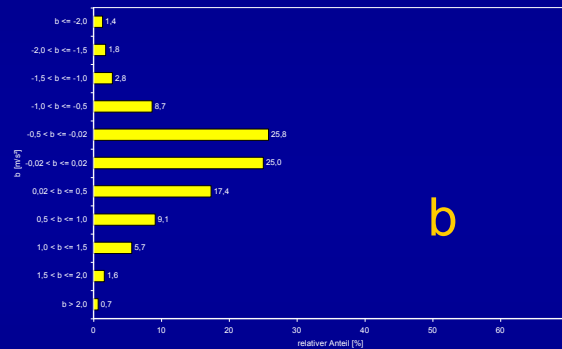
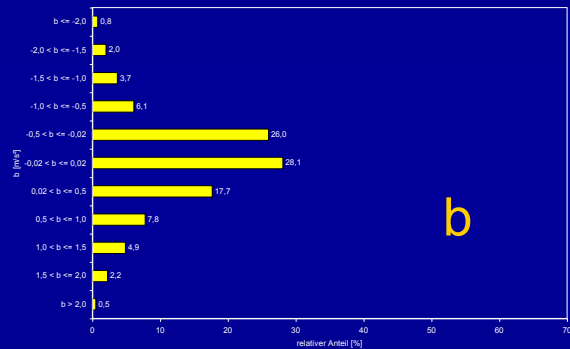
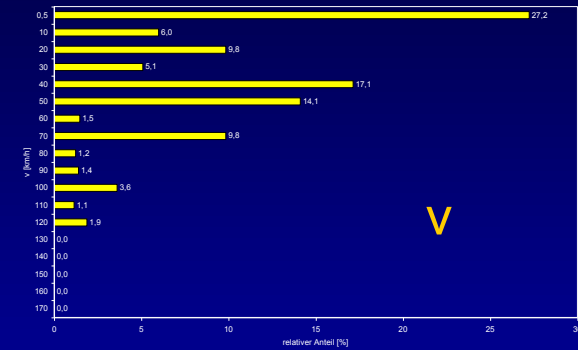
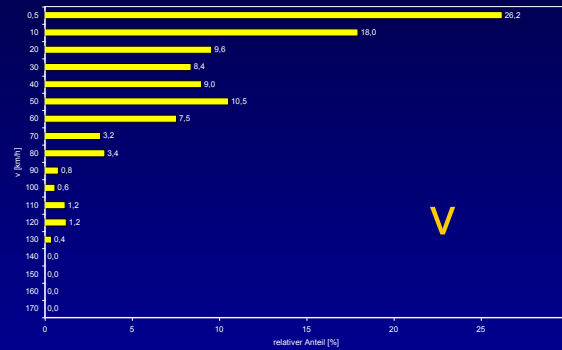
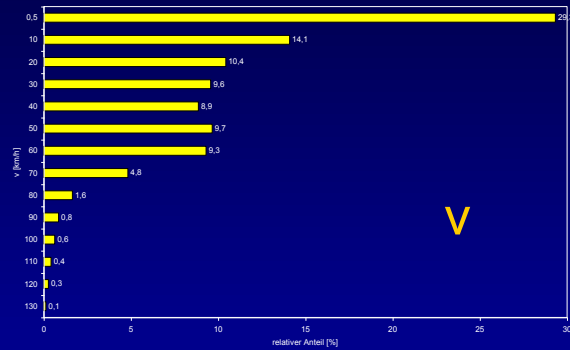
# Zertifikationszyklus Europa (NEFZ)



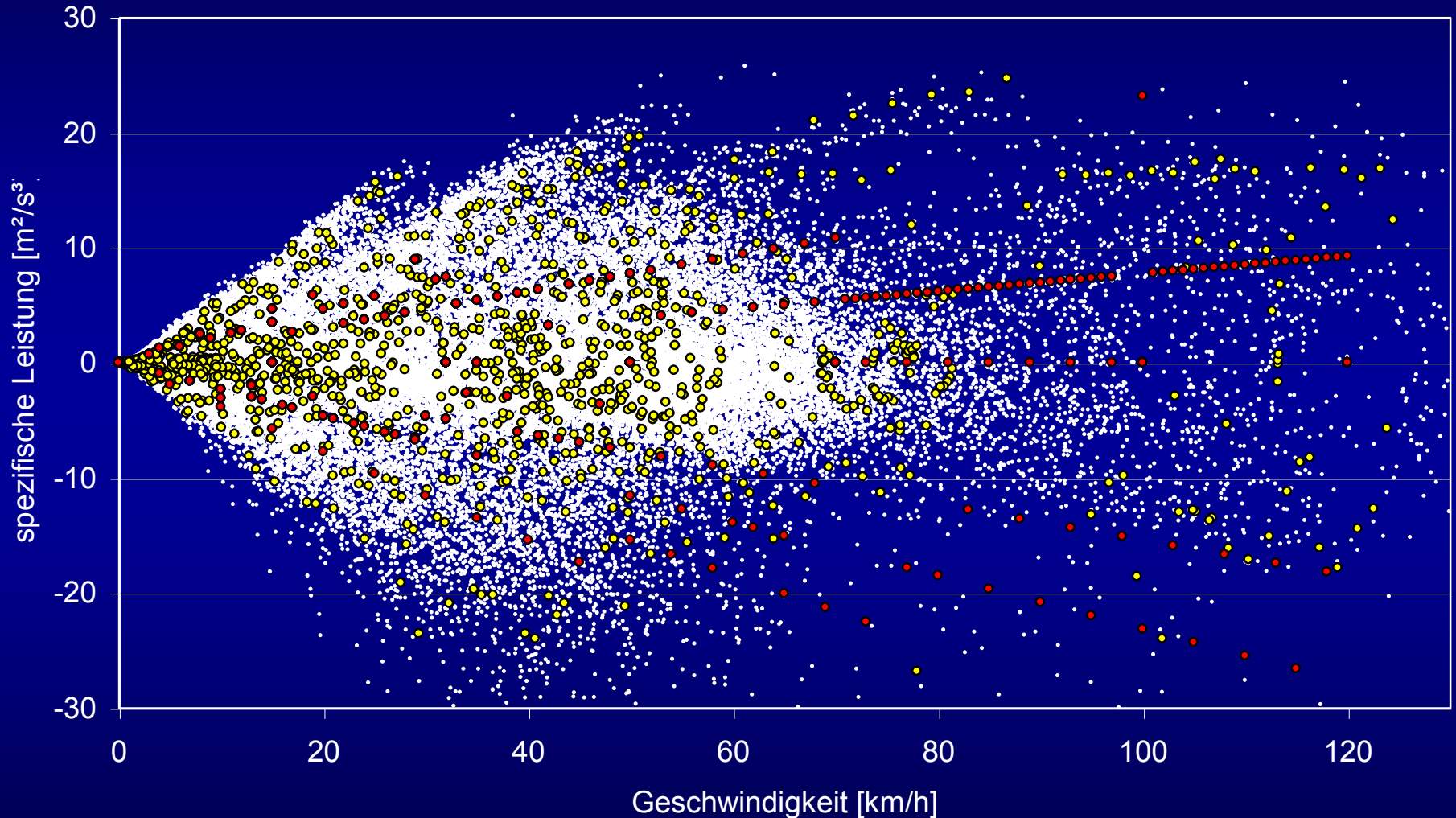
# MOBINET-Zyklus



# Vergleich München / MOBINET-Zyklus / NEFZ



# Leistung vs. Geschwindigkeit der Messungen München (weiss) im Vergleich zum MOBINET-Fahrzyklus (gelb) und NEFZ (rot)



# Prüfstandsmessungen Mondeo:

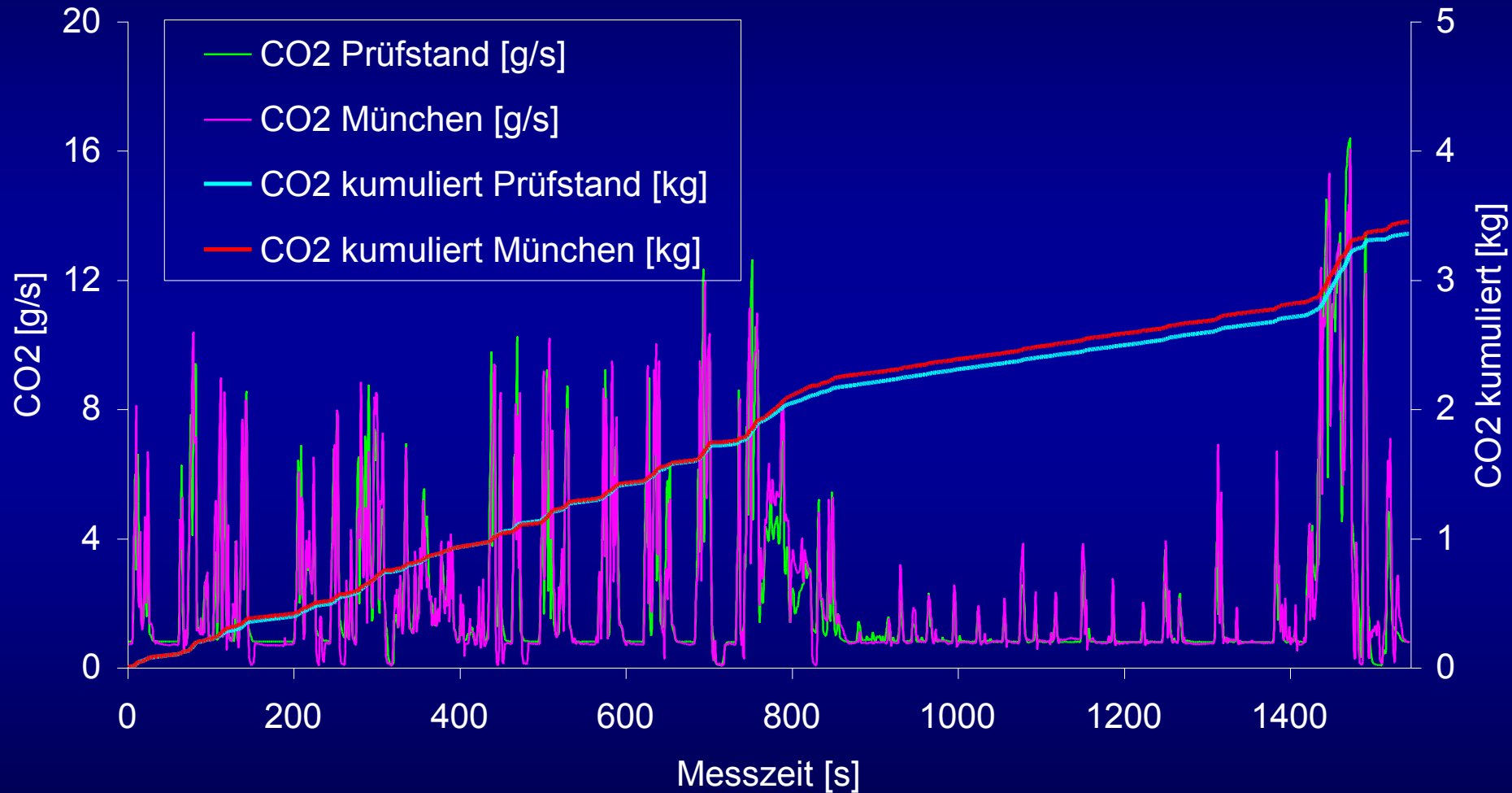
## Vergleich von NEFZ und MOBINET-Zyklus

	CO2 [g/km]	CO [mg/km]	NOx [mg/km]	HC [mg/km]
<b>EURO4</b>		1000	80	100
<b>NEFZ</b>	265	800	86	137
<b>MOBINET</b>	313	3368	147	47

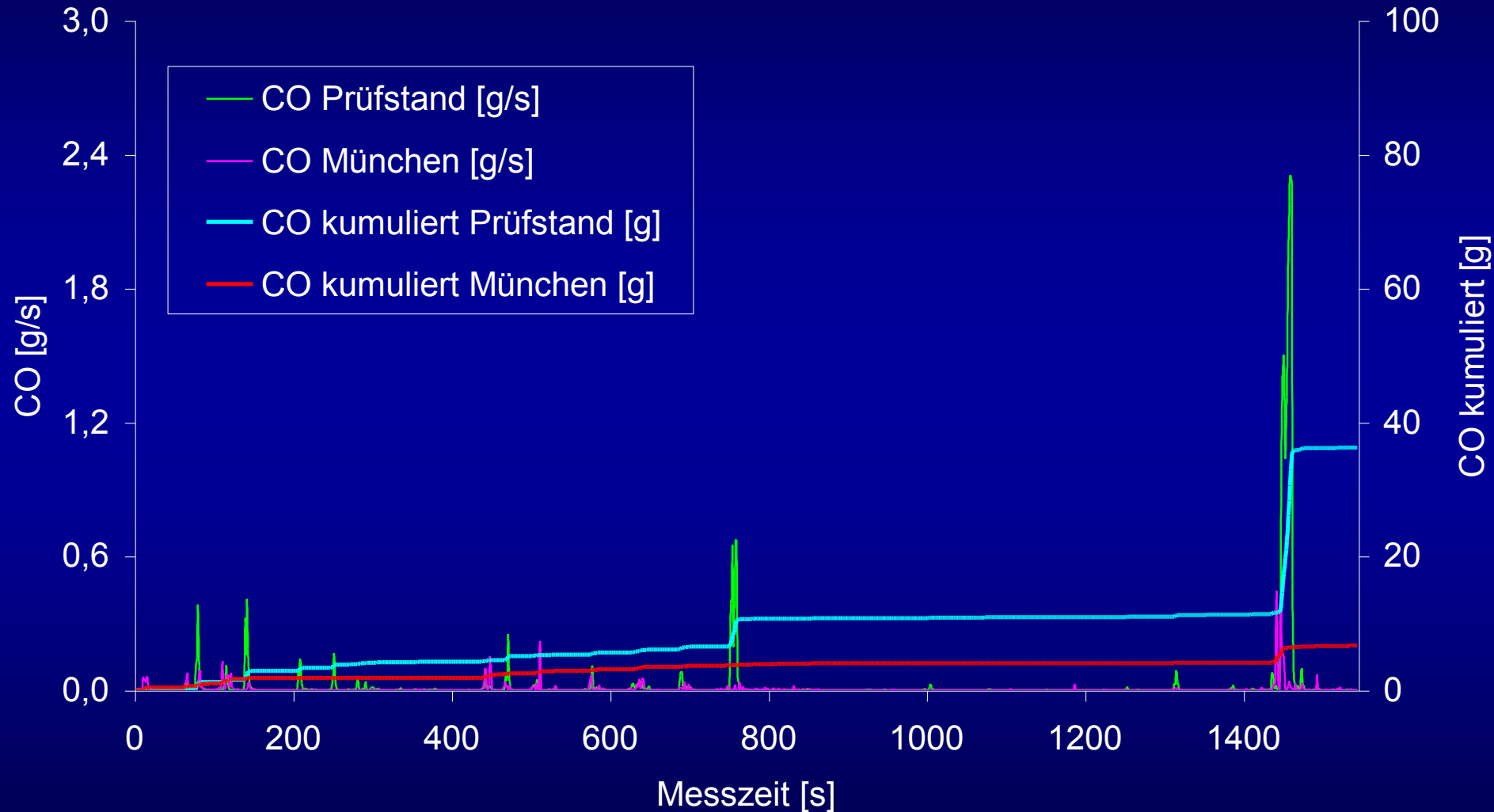
# Erkenntnisse aus Prüfstandsuntersuchungen

- Der europäische Zertifikationszyklus (Basis der UBA-Berechnungen!) bildet reales Fahrverhalten unzureichend ab.

# Prüfstand vs. München - CO<sub>2</sub>

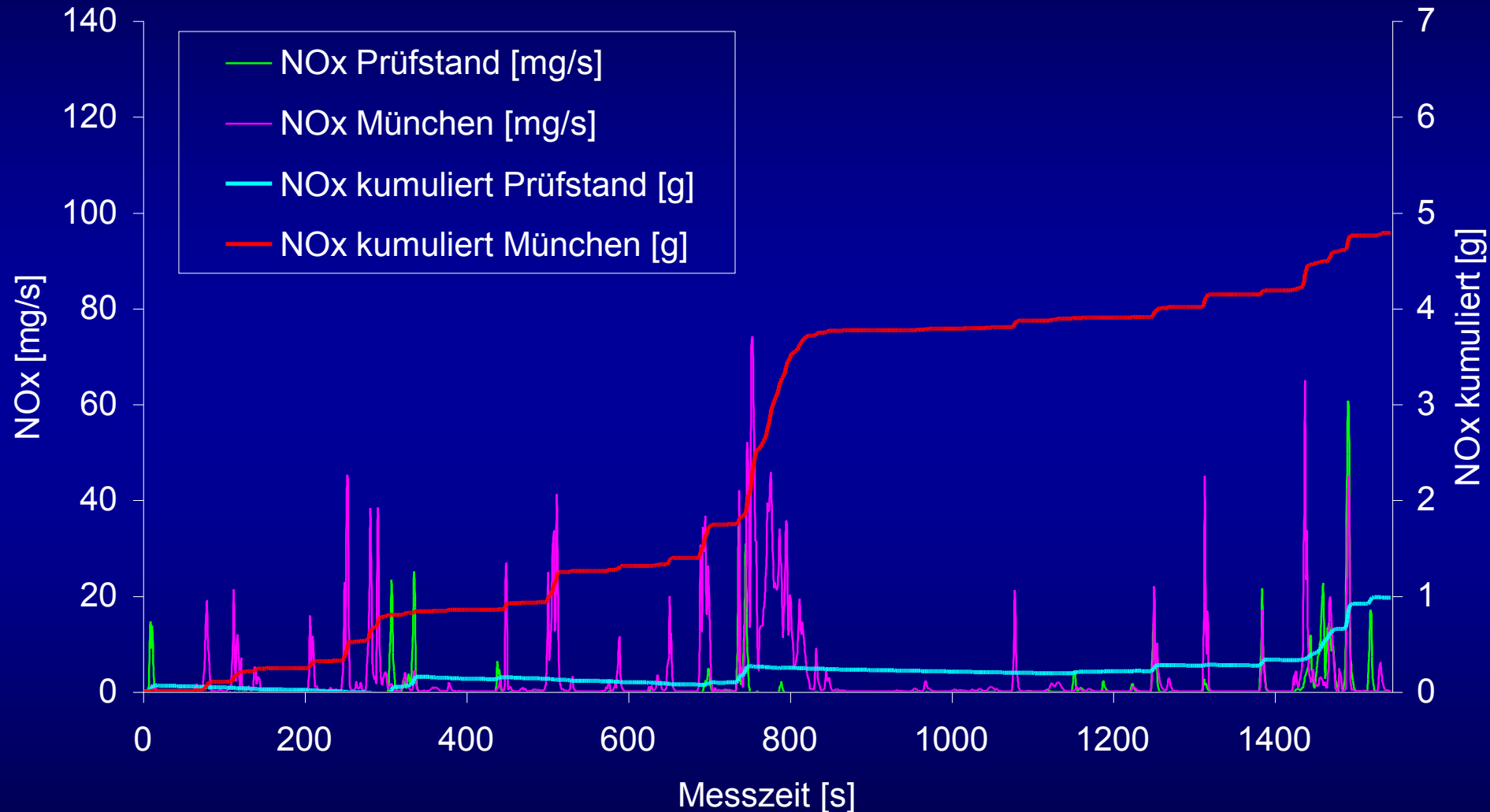


# Prüfstand vs. München - CO

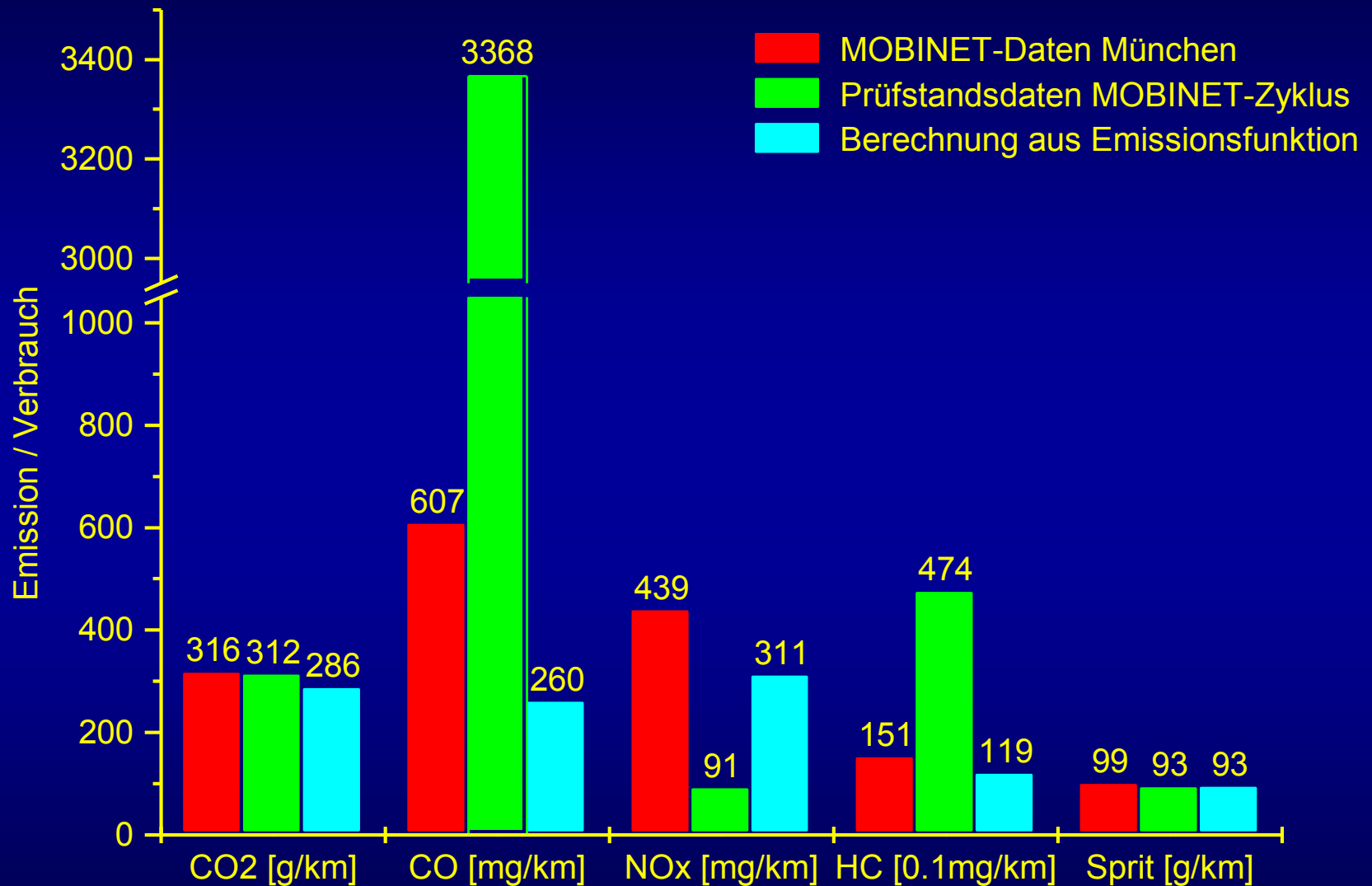




# Prüfstand vs. München - NO<sub>x</sub>



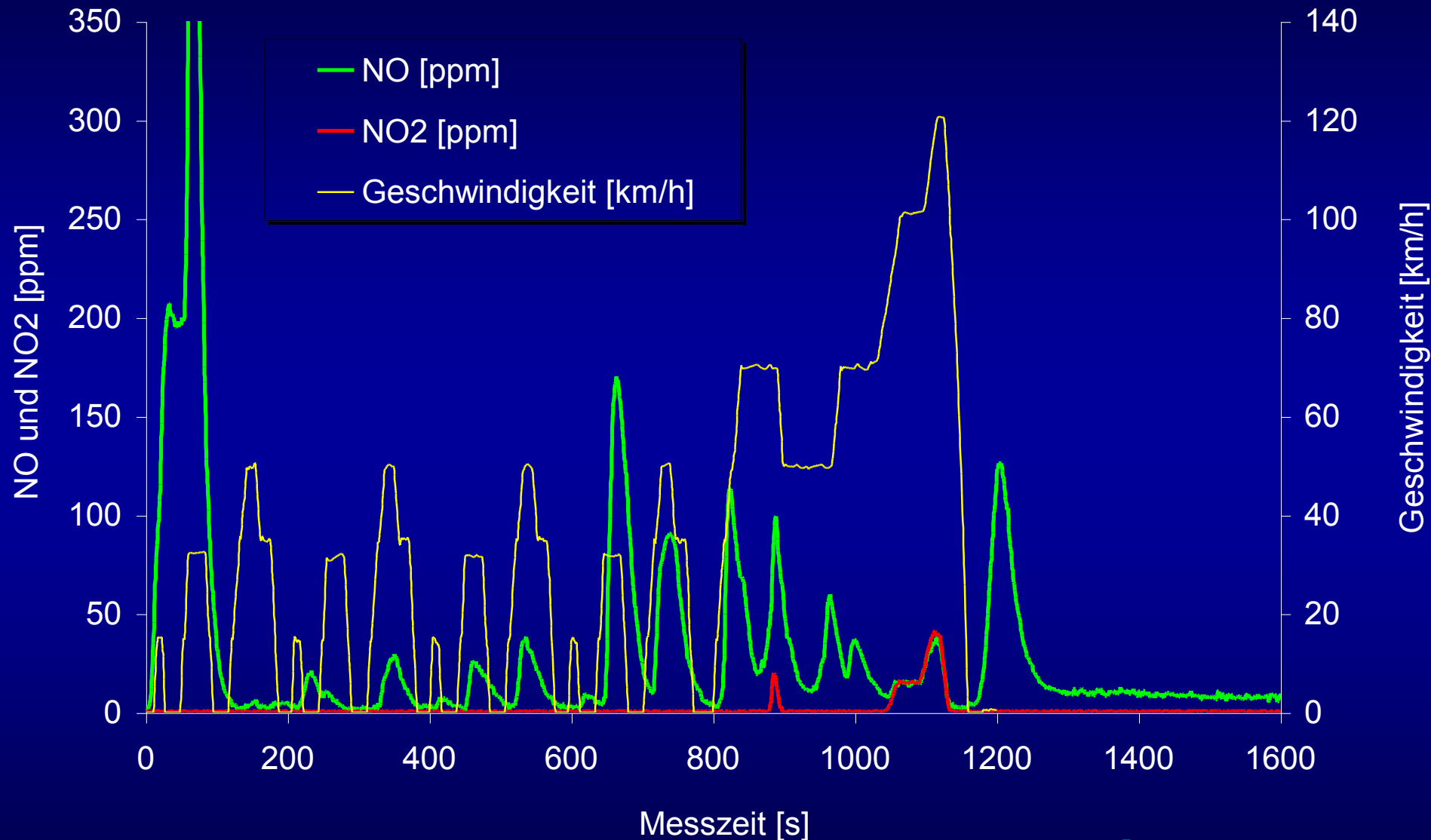
# Übersicht Ford Mondeo



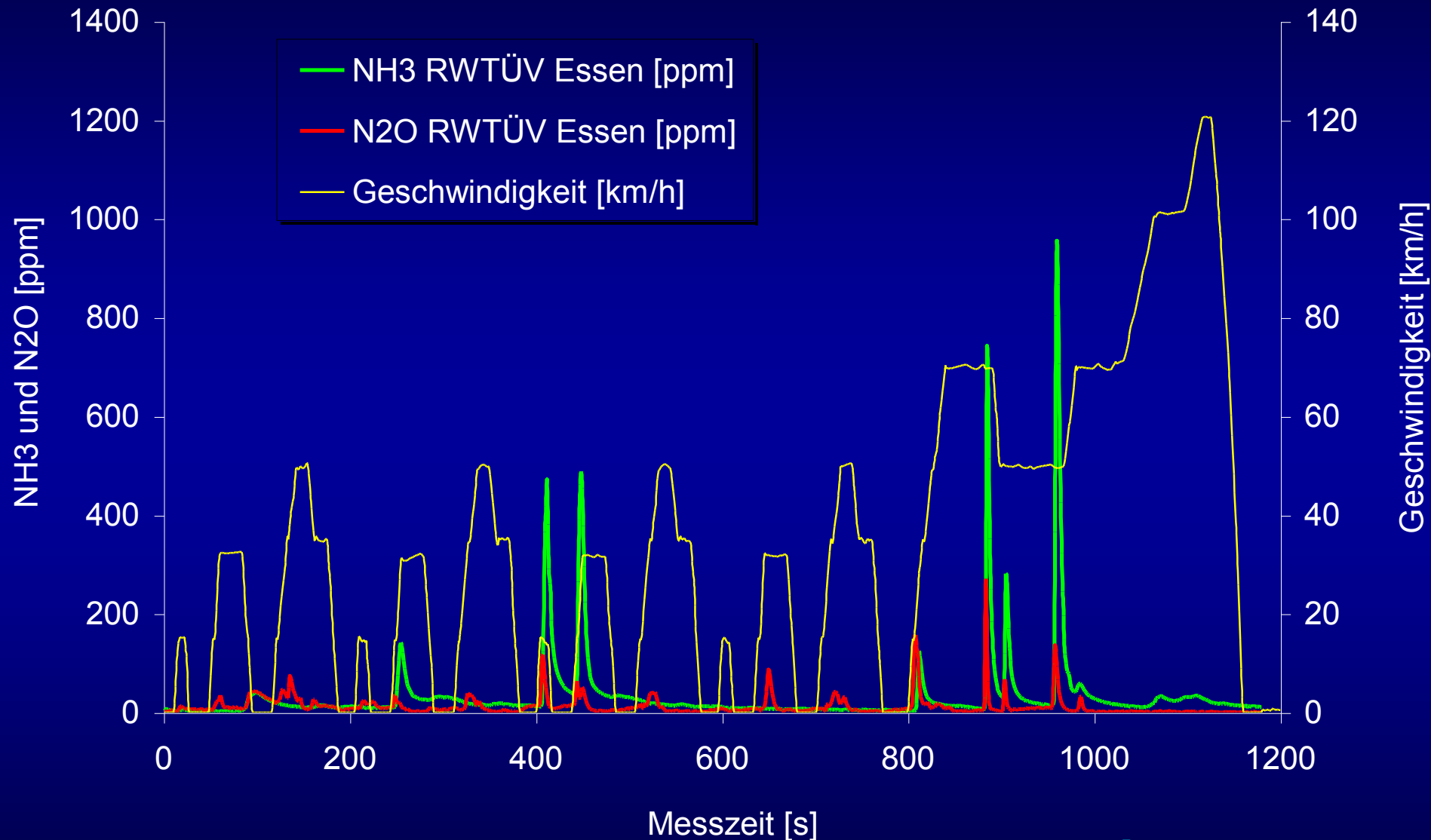
# Erkenntnisse aus Prüfstandsuntersuchungen

- Der europäische Zertifikationszyklus (Basis der UBA-Berechnungen!) bildet reales Fahrverhalten unzureichend ab.
- Die Übertragung einer realen Fahrt auf den Prüfstand gelingt nur bedingt, da Emissionen nicht allein  $f(v, v^*b)$  sind.
- On-Board-Messungen sind unverzichtbar.

# Prüfstandsmessung Polo FSI



# Prüfstandsmessung Polo FSI



Name	Substanz- klasse	Formel	Response je C relativ zu Toluol	Produktion 1991 [10 <sup>3</sup> t] <sup>1</sup>	Kp [°C]
Methanol	Alkohol	CH <sub>3</sub> OH	58%	3948	65
Ethanol	Alkohol	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	63%	125	78
Aceton	Keton	CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	71%		56
2-Propanol (Isopropanol)	Alkohol	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> OH	64%	609	82
tert-Butanol	Alkohol	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH	83%		83
1-Propanol	Alkohol	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> OH	72%	79	97
2-Butanon (Ethyl-methylketon)	Keton	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> COCH <sub>3</sub>	75%		80
2-Butanol (sec-Butanol)	Alkohol	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH	79%		98
1-Butanol	Alkohol	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH	69%	599	118
3-Pentanon (Diethylketon)	Keton	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> COC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	78%		102
4-Methyl-2-pentanon (Isobutylmethylketon)	Keton	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> COCH <sub>3</sub>	79%		117
Toluol (Interner Standard)		C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	100%		110
Cyclohexanol	Alkohol	C <sub>6</sub> H <sub>11</sub> OH	41%		160
Cyclohexanon	Keton	C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O	66%		155
Acetaldehyd	Aldehyd	CH <sub>3</sub> CHO	36%		21
Diethylether	Ether	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	88%		35
Essigsäuremethylester (Methylacetat)	Ester	CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	55%		58
Methyl-tert-butylether (MTBE)	Ether	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OCH <sub>3</sub>	84%		55
Butyraldehyd	Aldehyd	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> CHO	63%		75
Essigsäureethylester (Ethylacetat)	Ester	CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	65%	118	77
Ethyl-tert-butylether (ETBE)	Ether	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	80%		72
tert-Amyl-methylether (TAME)	Ether	C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OCH <sub>3</sub>	87%		85
Tetrahydrofuran (THF)	Ether	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	95%		66
1,4-Dioxan	Ether	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	52%		101
Toluol (Interner Standard)		C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	100%		110
Essigsäurebutylester (Butylacetat)	Ester	CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> C <sub>4</sub> H <sub>9</sub>	69%	168	126
Essigsäure-iso-pentylester (Isoamylacetat)	Ester	CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> C <sub>5</sub> H <sub>11</sub>	64%		142
<sup>1</sup> Kirk-Othmer: Encyclopedia of Chemical Technology, Vol 22, 4 <sup>th</sup> edition 1997					